

COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS Y DEL FITOPLANCTON EN LA BAHÍA DE CIENFÜEGOS, CUBA

Mabel Seisdedo * y Angel Raúl Moreira.

Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, CITMA., Calle 17 esq. Ave 46 s/n. Reparto Reina, Cienfuegos 55100, Cuba.
(*) Autor correspondiente: Email: mabel@gestion.ceac.cu.

RESUMEN

Desde 1990 la bahía de Cienfuegos tiene un Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental, en el cual se han determinado algunos indicadores (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, N-NO₂, N-NH₄, P-PO₄, Si-SiO₄ y abundancia de fitoplancton) que han permitido controlar la incidencia de las actividades que se realizan en este sistema y en su entorno. El objetivo de este trabajo es el análisis del comportamiento de las características físico químicas de las aguas y del fitoplancton en la bahía de Cienfuegos, teniendo en cuenta la necesaria integración de estos elementos para evaluar la calidad de las aguas de un sistema acuático. Los resultados muestran incrementos de las concentraciones de los nutrientes y del fitoplancton durante el período lluvioso, así como la presencia de mayores concentraciones de estos indicadores en el lóbulo norte de la bahía, donde existe una mayor incidencia fluvial y antropogénica.

Palabras clave: características físico químicas; fitoplancton; bahías; indicadores; ASW, Cuba.

ABSTRACT

Since 1990 Cienfuegos bay has a Monitoring Program of the Environmental Quality, in which some indicators have been determined (pH, salinity, temperature, dissolved oxygen, N-NO₂, N-NH₄, P-PO₄, Si-SiO₄ and phytoplankton abundance) that have allowed to control the incidence of the activities that are carried out in this system and in its environment. The objective of this work was to analyze the behaviour of the chemical physical characteristics of the waters and of the phytoplankton in Cienfuegos bay, taking into account the necessary integration of these elements to evaluate the water quality of an aquatic system. The results show increments of the nutrients and phytoplankton concentrations during the rainy period, as well as the presence of bigger concentrations of these indicators in the north lobe of bay, where a bigger freshwater and anthropogenic incidence exists.

Key words: chemical physical characteristics; phytoplankton; bays, indicators; ASW, Cuba.

La Bahía de Cienfuegos constituye por su ubicación geográfica y su potencialidad portuaria, un elemento determinante en el desarrollo industrial de toda la región del país (Arecas, 1986). En sus márgenes se encuentran importantes industrias como: la Central Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" y la Refinería de Petróleo "Camilo Cienfuegos"; así como también se desarrollan otros usos, entre ellos: la pesca, el turismo, deportes náuticos y el urbano.

La estabilidad de estos sistemas acuáticos a menudo se encuentra amenazada debido a que la actividad antropogénica los convierte en receptores de toda clase de desechos. En estudios previos (Moreira *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2004) se han expuesto algunos signos de deterioro ecológico en esta bahía como: cambios en comunidades bentónicas, reducción de los niveles de captura de

especies marinas comerciales y pérdida de biodiversidad de microalgas.

Desde 1990 la bahía de Cienfuegos cuenta con un Programa de Monitoreo de su Calidad Ambiental, el cual ha arrojado un conjunto de datos ambientales que han permitido controlar la incidencia de las actividades que se realizan en este sistema y en su entorno. El objetivo de este trabajo es el análisis del comportamiento de las características físico químicas de las aguas y del fitoplancton en la bahía de Cienfuegos, teniendo en cuenta la necesaria integración de estos elementos para evaluar la calidad de las aguas de un sistema acuático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La bahía de Cienfuegos se encuentra ubicada en los 22° 09' LN y 80° 27' LW en la región centro y sur de Cuba (Fig. 1). La misma constituye una típica bahía de bolsa por la presencia de un estrecho canal de aproximadamente 3 Km que la conecta con el Mar Caribe. La configuración de sus costas es irregular. Su topografía incluye además, un bajo natural entre Cayo Carenas y Punta la Cueva, el cual divide a ésta en dos lóbulos con características hidrográficas bien definidas, el lóbulo norte con las estaciones E4-E13 y el lóbulo sur, cuyas estaciones son E1-E3 y E14-E15. Este sistema cuenta con un área de 90 km² y una profundidad media de 9 m, lo que determina un volumen medio de aproximadamente 810 millones de m³.

Sobre el mismo imperan dos períodos climatológicos fundamentalmente (Areces, 1986): un período poco lluvioso, desde Noviembre hasta Abril y otro período más lluvioso, que abarca los meses restantes.

Muestreo y análisis

El muestreo de las aguas de la Bahía de Cienfuegos se realizó en las 14 estaciones hidrológicas establecidas en el Programa de Monitoreo Hidrológico incluido dentro del Programa de la Calidad Ambiental de la Bahía de Cienfuegos (Fig. 1), durante 4 campañas en el año, dos de ellas (marzo/04 y diciembre/04) correspondieron a la estación climática menos lluviosa y las restantes, a la estación lluviosa (agosto/04 y octubre/04).

Las muestras de agua fueron colectadas durante el vaciante de marea, en superficie y se utilizó para ello botellas Nansen. En los casos requeridos las muestras fueron preservadas en frío antes de su análisis.

De cada una de las muestras colectadas se registró la temperatura, la salinidad, el pH y los siguientes nutrientes: fósforo de ortofosfato (P-PO₄), nitrógeno amoniacal (N-NH₄), nitrógeno de nitrito (N-NO₂) y silicio de silicato (Si-SiO₄). El pH se determinó utilizando pH-metro marca HANNA HI 9025, mientras la salinidad y la temperatura se obtuvieron por una sonda digital modelo YSI-30. El oxígeno disuelto se analizó mediante el Método Winkler, modificado por Carriet y Carpenter (1966). Estos cuatro parámetros se determinaron *in situ*. La cuantificación del P-PO₄ se realizó a partir de una modificación expuesta por Koroleff, del método de Murphy y Riley, para el Si-SiO₄ se

empleó la técnica del ácido silicomolibdico, propuesta igualmente por Koroleff (UNEP, 1991), mientras que para la determinación del N-NH₄ y N-NO₂ se utilizó la metodología de la UNESCO (1983)

Para el estudio del fitoplancton fueron consideradas 9 de las estaciones hidrológicas: la E2, E4, E7, E8, E10, E12, E12A, E14 y E15. La colecta se realizó al nivel superficial durante las horas claras del día, utilizando un batómetro. El volumen de muestra total fue de 1 litro y la fijación se efectuó inmediatamente con lugol ácido (Parsons *et al.*, 1984). Para el análisis de las muestras se utilizó cámara de conteo Rigosha y un microscopio biológico OLYMPUS, con aumento ocular de 12X y de objetivo 16X y 40X. La concentración de los organismos fitoplanctónicos se expresó en cél.L⁻¹.

Se determinaron los valores promedios de los indicadores hidroquímicos y de la concentración de fitoplancton para ambos lóbulos de la bahía y se consideraron los dos períodos climáticos (poco lluvioso y lluvioso), debido a que algunos autores (Areces, 1986, Seisdedo y Muñoz, 2005) han obtenido diferencias significativas en las condiciones hidroquímicas. Los resultados hidroquímicos fueron evaluados teniendo en cuenta los criterios por indicador establecidos en la norma cubana NC.25: 1999.

RESULTADOS

Los valores de salinidad en la estación poco lluviosa oscilaron entre 32.7 y 33.6 ups, mientras en la estación de lluvias se registraron niveles entre 27.1 y 30.8 ups (Tabla 1). El valor mínimo obtenido correspondió a la etapa lluviosa, específicamente a la E7, con influencia del Río Damuji.

En cuanto a la temperatura, en el período poco lluvioso se registró un rango de valores entre 25.6 y 27.45 °C, el cual resultó inferior al obtenido en el período lluvioso que osciló entre 29.45 y 32.95 °C y en ambas estaciones climáticas, los valores máximos se registraron en la E10, próxima a la desembocadura del arroyo Inglés, con incidencia industrial y urbana.

Los registros de pH en la etapa poco lluviosa fueron desde 8.04 a 8.24, mientras en lluvias la variación fue entre 8.11 y 8.43.

Las concentraciones obtenidas de oxígeno disuelto en la etapa de lluvias estuvieron entre 4.36 y 7.13 mg.L⁻¹, mientras en la etapa de pocas lluvias, entre 4.92 y 7.97 mg.L⁻¹. Los valores mínimos se registraron en ambas estaciones climáticas en la estación E10.

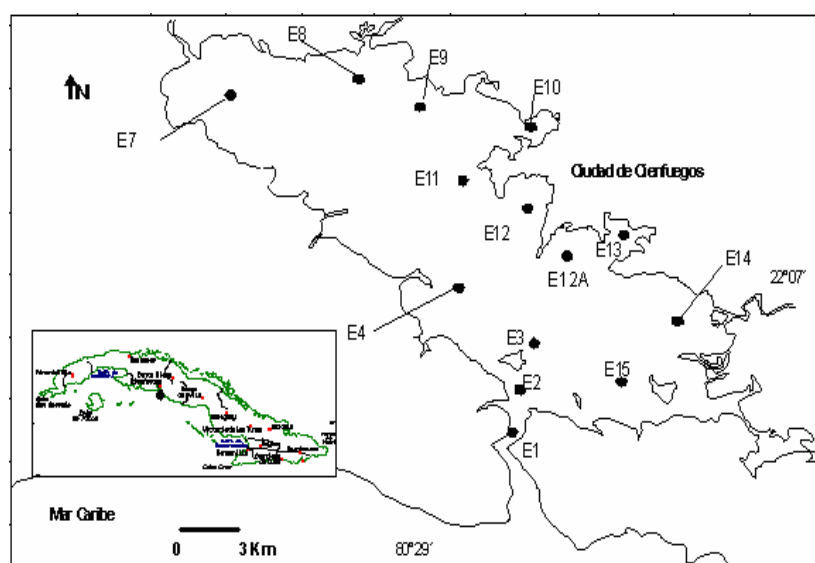


Fig. 1. Distribución de las estaciones de muestreo del Programa de Monitoreo Hidrológico de la Bahía de Cienfuegos.

Tabla 1. Valores promedio de los indicadores físico- químicos de las aguas en la Bahía de Cienfuegos, en el año 2004 por estación climática (poco lluviosa y lluviosa) y por lóbulos: norte y sur.

Indicador	Unidad	Total		Lóbulo Norte		Lóbulo Sur	
		Poco lluviosa	lluviosa	Poco lluviosa	lluviosa	Poco lluviosa	lluviosa
OD	mg.L ⁻¹	6.22	6.53	6.05	5.88	6.32	6.81
Salinidad	ups	33.27	29.97	33.28	30.28	33.29	30.63
Temp	°C	26.44	30.73	26.12	30.79	26.88	30.83
pH	u	8.18	8.30	8.17	8.27	8.19	8.32
Si-SiO ₄	μmol.L ⁻¹	7.16	51.82	6.62	54.52	7.04	40.58
N-NO ₂	μmol.L ⁻¹	0.06	0.53	0.49	0.64	0.11	0.14
N-NH ₄	μmol.L ⁻¹	0.43	<0.21	0.72	<0.21	<0.21	<0.21
P-PO ₄	μmol.L ⁻¹	0.28	0.55	0.31	0.49	0.28	0.65

Entre los nutrientes se determinó el fósforo en forma de ortofosfato disuelto, del cual en el período poco lluvioso se obtuvieron valores que oscilaron desde cantidades indetectables (<0.1 μmol.L⁻¹) hasta 0.61 μmol.L⁻¹, con promedios de 0.28 μmol.L⁻¹. Las concentraciones máximas obtenidas se hallaron en las regiones con influencia del Arroyo Inglés (E10). En el período lluvioso, los niveles de fósforo de ortofosfato estuvieron entre 0.35 y 1.48 μmol.L⁻¹, con promedios de 0.55 μmol.L⁻¹, concentrándose mayormente en las aguas próximas a la Laguna Guanaroca (E15). Sin embargo, las concentraciones obtenidas de este

parámetro en ambos períodos climáticos cumplieron los requisitos para agua de buena calidad de acuerdo a la norma cubana para aguas de uso pesquero NC.25 (1999) (Fig. 2).

Respecto a los compuestos nitrogenados, los niveles de nitrógeno amoniacal arrojaron en casi toda la bahía valores inferiores al límite de detección (<0.21 μmol.L⁻¹), excepto en la E8 (Desembocadura de Río Salado) y E10 (Desembocadura del Arroyo Inglés), donde se registraron en una de las dos campañas realizadas en el período poco lluvioso, concentraciones que

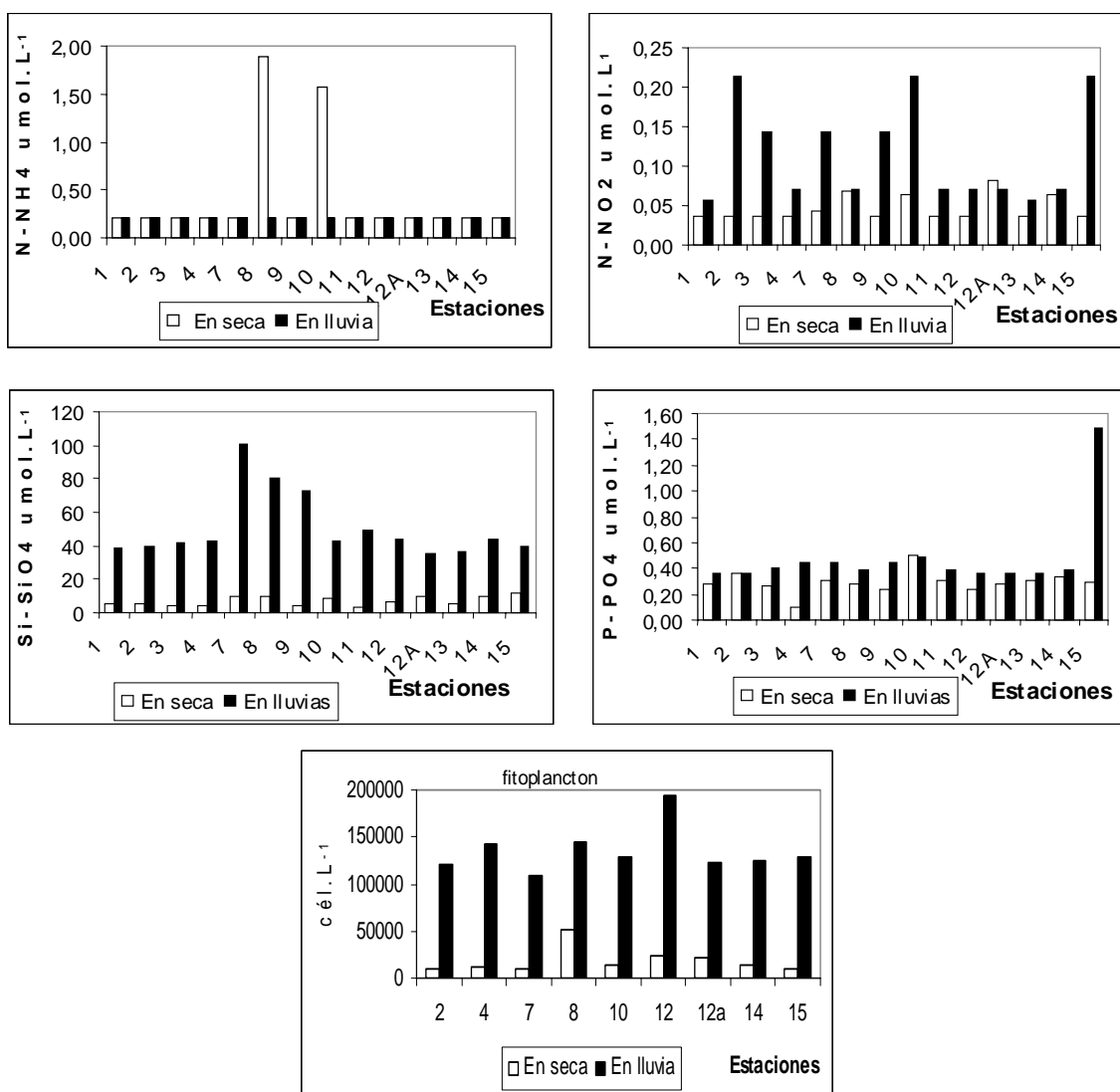


Fig. 2. Comportamiento espacial y estacional (período poco lluvioso y lluvioso) de las concentraciones de los nutrientes (N-NH₄, N-NO₂, Si-SiO₄, P-PO₄) y de las concentraciones de fitoplancton.

las clasifican en aguas de dudosa calidad (2,14 - 3,57 μmol.L⁻¹) según la norma cubana NC.25: (1999).

De forma similar se distribuyeron los niveles de nitrógeno de nitritos durante la época de pocas lluvias, con concentraciones máximas en dichas dos estaciones de 0.07 μmol.L⁻¹ (inferiores a lo establecido para aguas de buena calidad en la norma NC.25:1999, que es 3.57 μmol.L⁻¹). En la época lluviosa, se comportó de manera diferente oscilando en toda la bahía en un rango entre 0.06 y 0.21 μmol.L⁻¹. Las mayores concentraciones se obtuvieron fundamentalmente en el lóbulo sur

desde las áreas con influencia de la Laguna Guanaroca hasta el Canal de Entrada, mientras en el lóbulo norte, se obtuvieron en las regiones próximas al Arroyo Inglés.

Otro nutriente analizado fue el silicato, cuyas concentraciones en el período poco lluvioso oscilaron entre 1.22 y 22.18 μmol.L⁻¹, con un promedio de 7.16 μmol.L⁻¹; mientras en el período lluvioso las concentraciones se incrementaron notablemente y estuvieron entre 33.82 y 100.57 μmol.L⁻¹, con promedio 51.82 μmol.L⁻¹. Los niveles máximos se obtuvieron en las estaciones E7 y E8,

correspondientes a las desembocaduras de los ríos Damuji y Salado.

Durante el período poco lluvioso, la densidad media del fitoplancton fue de $7,5 \times 10^4$ cél.L⁻¹ (Tabla 2). En relación a la composición, en esta estación climática predominaron las diatomeas con $4,76 \times 10^4$ cél.L⁻¹ como concentración promedio, seguidos por los dinoflagelados con $2,45 \times 10^4$ cél.L⁻¹ (Fig. 3) entre las diatomeas, la especie dominante fue *Thalassionema nitzschioides* y entre los dinoflagelados, la especie *Prorocentrum compresum*. El comportamiento espacial arrojó una concentración promedio de $8,49 \times 10^4$ cél.L⁻¹ en el lóbulo norte, mientras en el lóbulo sur se obtuvo $5,0 \times 10^4$ cél.L⁻¹ (Tabla 3).

Tabla 2. Valores medios de la abundancia del fitoplancton (cél. L⁻¹) durante el período lluvioso, poco lluvioso y el período total estudiado.

	Todo el período	Poca Lluvioso	Lluvia
Fitoplancton total	$1,03 \times 10^5$	$7,50 \times 10^4$	$1,32 \times 10^5$
Diatomeas	$6,22 \times 10^4$	$4,76 \times 10^4$	$7,76 \times 10^4$
Dinoflagelados	$3,86 \times 10^4$	$2,44 \times 10^4$	$5,37 \times 10^4$
Criptofíceas	$4,42 \times 10^2$	$5,68 \times 10^2$	$3,08 \times 10^2$
Clorofíceas	$1,52 \times 10^3$	$2,24 \times 10^3$	
Cianofíceas	$5,16 \times 10^1$	$5,53 \times 10^1$	$4,78 \times 10^1$
Otros Flagelados	$2,23 \times 10^2$	$1,22 \times 10^2$	$1,86 \times 10^2$

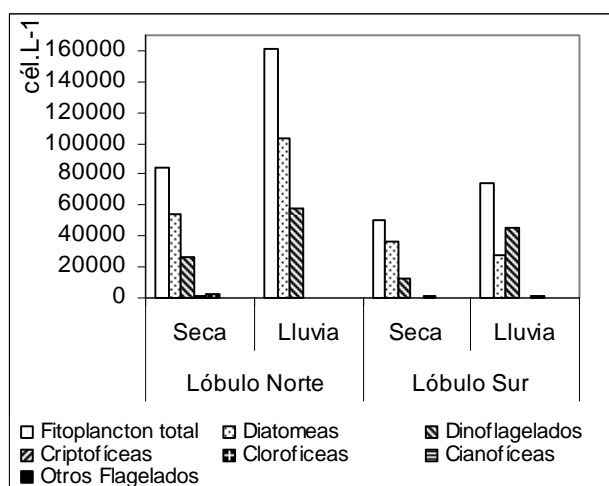


Fig. 3. Distribución espacial (por lóbulos: norte y sur) del fitoplancton según los grupos, en los periodos: poco lluvioso y lluvioso.

Durante el período de lluvias la densidad media del fitoplancton fue de $1,32 \times 10^5$ cél.L⁻¹ (Tabla 2). Exceptuando los florecimientos registrados de una pequeña cloroficea del tipo *Chlorella* en toda la bahía al final de la etapa lluviosa (Octubre), resultaron de forma similar, las diatomeas seguidas por los dinoflagelados, los dos grupos más abundantes, aunque vale destacar el aumento notable de sus concentraciones respecto al período poco lluvioso (Fig. 3). En el análisis de la distribución espacial se obtuvieron concentraciones promedio de $1,62 \times 10^5$ cél.L⁻¹ en el lóbulo norte y de $7,39 \times 10^4$ cél.L⁻¹ en el lóbulo sur (Tabla 3). Se registraron dinoflagelados tóxicos en la bahía: *Prorocentrum minimun* y *Dinophysis caudata*, en concentraciones muy bajas que no afectaron la salud del ecosistema bahía de Cienfuegos.

DISCUSIÓN

Las diferencias estacionales obtenidas entre los valores promedios de temperatura y salinidad pueden relacionarse con la temperatura atmosférica y el efecto de las precipitaciones respectivamente, ya que en los meses más cálidos, representativos de la etapa lluviosa, prevalecen condiciones menos salinas y mayores temperaturas de las aguas.

El comportamiento espacial de estos dos parámetros reflejó la influencia fluvial en la disminución de la salinidad, mientras que los valores máximos de temperatura registrados en la estación hidrológica E10 son atribuidas al efecto de las aguas calientes generadas en el sistema de enfriamiento de la Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes".

Respecto al análisis del pH y del oxígeno disuelto, sus valores promedios en la bahía para ambas estaciones climáticas cumplen con los requisitos para agua marina de buena calidad establecidos en la norma cubana NC.25 (1999). No obstante, en la E10 que es una estación con incidencia industrial y urbana, se obtuvieron registros de oxígeno disuelto dentro del rango de agua marina de dudosa calidad ($3 \text{ mg.L}^{-1} < \text{OD} < 5 \text{ mg.L}^{-1}$).

En cuanto al comportamiento espacial y estacional de los nutrientes evaluados, si bien de manera general los niveles promedios en la bahía cumplieron con los requisitos normados para agua de buena calidad según la norma cubana NC.25 (1999) y son comparables con los existentes otras bahías poco contaminadas de Cuba, como son los casos de las bahías de Matanzas (Tur *et al.*, 2000);

Tabla 3. Valores medios de la abundancia del fitoplancton (cél. L⁻¹) en ambos lóbulos de la bahía.

	Lóbulo Norte		Lóbulo Sur	
	Poca LLuv.	Lluvia	Poca LLuv.	Lluvia
Fitoplancton total	8,49 x 10 ⁴	1,62 x 10 ⁵	5,00 x 10 ⁴	7,39 x 10 ⁴
Diatomeas	5,43 x 10 ⁴	1,03 x 10 ⁵	3,62 x 10 ⁴	2,71 x 10 ⁴
Dinoflagelados	2,66 x 10 ⁴	5,80 x 10 ⁴	1,22 x 10 ⁴	4,49 x 10 ⁴
Criptofíceas	8,80 x 10 ²	4,62 x 10 ²	3,43 x 10 ¹	1,00 x 10 ²
Clorofíceas	2,70 x 10 ³		1,46 x 10 ³	1,70 x 10 ³
Cianofíceas		6,29 x 10 ¹	1,50 x 10 ²	1,75 x 10 ¹
Otros Flagelados	3,68 x 10 ²	2,79 x 10 ²		

Cárdenas (Regadera *et al.*, 2002) y Mariel (Mancebo *et al.*, 2002), vale señalar que durante el período lluvioso se incrementan la mayoría de las concentraciones promedio de los nutrientes y que las estaciones hidrológicas con los más altos niveles de nutrientes son las que presentan influencia fluvial, industrial y urbana.

A diferencia del resto de los nutrientes, el N-NH₄ arrojó concentraciones promedio superiores en la etapa poco lluviosa, lo que pudiera estar indicando que el incremento de las lluvias favorece la dilución de este nutriente. No obstante, respecto a décadas pasadas, se evidenció una notable mejoría relacionada con este parámetro teniendo en cuenta los valores promedios para el período 1990-2001, de 93 y 91,9 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ en la etapa poco lluviosa y lluviosa respectivamente, los cuales fueron reportados por Seisdedo (2006). Esto es asociado al cambio de funciones de la Empresa de Fertilizantes Nitrogenados, considerada como el principal responsable de los altos niveles que existían en este ecosistema (Areces, 1986).

El análisis estacional del fitoplancton arrojó concentraciones en la estación poco lluviosa representativas de aguas mesotróficas a ligeramente eutróficas, mientras en la estación lluviosa las concentraciones estuvieron entre ligeramente eutróficas y eutróficas según la escala propuesta por Koblents-Mihske y Vedernikov (1979). Este comportamiento puede asociarse al incremento de los niveles de nutrientes (N-NO₂, P-PO₄, Si-SiO₄) en el período lluvioso, el cual fue más notable al finalizar el mismo (octubre). Es de señalar, que dentro de los dinoflagelados observados en el período lluvioso, la especie dominante fue *Prorocentrum micans*, que es cosmopolita formadora de mareas rojas de toxicidad no demostrada, cuyo incremento en meses cálidos es asociado por algunos autores

(Vila *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2000) a una mayor incorporación de nutrientes con el aumento de los aportes fluviales.

Un comportamiento similar con los niveles de nutrientes reflejó el análisis espacial, pues las estaciones hidrológicas con mayor abundancia de fitoplancton en el período poco lluvioso (E8) y lluvioso (E12) corresponden al lóbulo norte, el cual se caracteriza por ser el de mayor incidencia fluvial y antropogénica, toda vez que el mismo recibe los impactos de los ríos Damují y Salado y de la ciudad de Cienfuegos.

CONCLUSIONES

- Las concentraciones promedio de los parámetros hidroquímicos analizados en la bahía de Cienfuegos cumplieron de manera global con los requisitos normados por indicador para agua de buena calidad según la NC.25:1999 y son comparables con sistemas considerados como limpios. No obstante, se obtuvieron incrementos en las concentraciones de los nutrientes durante el período lluvioso.

- Se observaron diferencias en la abundancia del fitoplancton entre los dos períodos climáticos, lo cual pudiera estar relacionado con las variaciones estacionales que caracterizan a los indicadores hidroquímicos analizados.

- Las mayores concentraciones de fitoplancton en ambos períodos climáticos correspondieron a las estaciones hidrológicas ubicadas en lóbulo norte, el cual se caracteriza por presentar mayor incidencia fluvial y antrópica.

REFERENCIAS

- Areces, A. (1986): Bahía de Cienfuegos: Eutrofización y planeamiento ambiental. *Rep. Invest. Inst Oceanología*. No. 51, 36pp.
- Carriet, D.E., and J.H. Carpenter (1966): Comparison and evaluation of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. *Jour. Mar. Res.*, 24(3):286-318pp.
- Koblentz-Mishke, O.I. y V.I. Vedernikov (1979): *Producción primaria. Oceanología, Biología del Océano. Producción Biológica del Océano*. NAUKA, Moscú. 2: 86-97pp.
- Lee, J.B., M.H. Lee, J.A. Lee and J.B. Park (2000): Seasonal dynamics of dinoflagellates and Raphidophytes and distribution of their resting cysts in Kaneoke Bay, Korea. In: *Harmful Algal Blooms 2000* (G.M. Hallegraeff *et al.*, eds.) Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO 2001, 518 pp.
- Mancebo, H., R. Regadera, J. Beltrán, F. Solar y M. Ramírez (2002): *Diagnóstico de la calidad ambiental del Ecosistema Bahía de Mariel*. Programa Científico-Técnico Ramal: Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Proyecto: Evaluación y Control de la Contaminación Marina en las Bahías de Cienfuegos, zona Cárdenas-Varadero, Matanzas, Mariel, Nuevitas, Nipe, Puerto Padre y Santiago de Cuba. Resultado 11, CIMAB, 69 pp.
- Moreira, A., M. Gómez, A.M. Suárez, A.R. León y M.E. Castellanos (2003): Variación de la composición y abundancia de las macroalgas en la Bahía de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 24(2):83-94.
- N.C. 25: (1999): *Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero*. Cuba, Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente, Hidrosfera, 12 pp.
- Parsons, T.R., Y. Maita and C.M. Lalli (1984): A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. New York. Pergamon 14, 173 pp.
- Pérez, S., C. Alonso, R. Morabito, C. Brunori y C. Cremisi (2004): Evaluación de la distribución de los metales en los sedimentos superficiales de la Bahía de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq., Edición Especial*, 14 pp.
- Regadera, R. R., Beltrán, J., Solar, F., Ramírez, M. y H. Mancebo (2001): *Diagnóstico de la calidad ambiental del ecosistema de la zona Varadero-Cárdenas*. Programa Científico-Técnico Ramal: Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Proyecto: Evaluación y Control de la Contaminación Marina en las Bahías de Cienfuegos, zona Cárdenas-Varadero, Matanzas, Mariel, Nuevitas, Nipe, Puerto Padre y Santiago de Cuba. Resultado 02. CIMAB, 60 pp.
- Seisdedo, M. y A. Muñoz (2005): Efecto de las precipitaciones en la calidad de las aguas de la bahía de Cienfuegos. *Revista Cubana de Meteorología*. Vol. 12, No.2. 2005:64-67
- Tur, A., F. Ruiz, M. Pérez, J. Beltrán, H. Mancebo, H., R. Regadera, A. Martín, M. Ramírez y F. Solar (2000): Control de la calidad ambiental del ecosistema Bahía de Matanzas. Programa Científico-Técnico Ramal: Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Proyecto: Evaluación y Control de la Contaminación Marina en las Bahías de Cienfuegos, zona Cárdenas-Varadero, Matanzas, Mariel, Nuevitas, Nipe, Puerto Padre y Santiago de Cuba. Resultado 02, CIMAB, 58 pp.
- UNEP (1991): Standard chemical methods for marine environmental monitoring. *Reference Methods for Marine Pollution Studies*. No. 50, 41 pp.
- UNESCO (1983): *Chemical Methods for use in Marine Environmental Monitoring*. Manual and Guides. IOC. No. 12.
- Vila, M., M. Delgado y J. Camp (2000): First detection of widespread toxic events caused by *Alexandrium catenella* in the Mediterranean Sea. In: *Harmful Algal Blooms* (G.M. Hallegraeff *et al.*, eds.) Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO 2001, 53 pp.

Aceptado: 30 de Julio de 2007